

· 水业导航 ·

# 城市供水应对突发性水质污染若干技术问题的思考

哈尔滨工业大学市政环境工程学院教授 崔福义

近年来,我国城市供水突发性水质污染事件频发。其中既有生产偶发事故的情况,也有一些不法单位或人员利用水环境管理中的漏洞而人为的因素,深层次上是我国处于经济高速发展变革这样一个特殊时期,各种自然、人为矛盾交织冲突而暴发的

问题。传统上,城市供水的技术研究、设计与生产都是以解决常规状况下的水质、水量问题为目标。随着突发性水污染事件的频发,以2005年松花江水受到硝基苯污染为标志点,突发水质污染情况下的安全供水问题受到了空前的关注。近年在此方面开展了一系列的相关研究,包括国家水重大专项有针对性地设立了专门的研究内容,在国家“863”计划中更是设立了“重大环境污染事件应急技术系统与综合示范”重大项目,其中关于饮用水的专门课题就有3个,而且对突发污染的研究也不局限于饮用水水质安全的范围,而是扩展到了包括大气、水体、固体废弃物等各类环境污染事件。在城市供水领域,各个供水企业、行业组织纷纷研究制定应对突发性水质污染的应急供水预案。从辨证的角度,频发的污染事件既给我们带来了巨大的损失,同时也给我们带来了极大的研发动力。防范突发性污染事件的需求,引导大批企业、研究单位以及研究人员关注与研究相关的应对技术,推动了相应技术和管理的

发展与进步。然而,从防范突发性污染的角度研究与实施应对技术对于我们还是新的课题,从研究方法、适用技术到相应措施、实施方式,都有别于正常生产时的情况,需要注意加以区别。例如出于技术、经济等原因,有的技术在正常水处理生产中难以采用,但在应对突发水质污染时可能会成为有效可行的方法;而在正常情况下的很多适用技术在应对突发污染时又会显得能力不足,难以胜任。因此,在城市供水技术

领域如何有效应对突发性水质污染事件,以较低的代价保证城市供水安全,首先需要从宏观上予以把握与认识,需要一些新的思维。在近年应对一些城市供水水源突发污染事件中,已经积累了一定的经验,值得很好地总结,同时在开展相应研究工作中遇到的一些问题,也值得很好地思考。笔者在“城市给水厂应对突发性水源水质污染技术措施的思考”(崔福义,《给水排水》2006年第7期)一文中已就水厂应对水源水质突发污染的一些问题进行了初步探讨,在此针对城市供水应对突发性水质污染的若干问题进行进一步的讨论。

## 1 强化“关口前移”的思想

在应对松花江硝基苯污染的工作中,运用了“关口前移”的思想[“哈尔滨气化厂(达连河)供水系统应对硝基苯污染的措施与效果”(崔福义等,《给水排水》2006年第6期)],即尽量将强化控制污染物的措施实施于水处理工艺的前端,以确保供水水质安全。依此思路开展除硝基苯应急供水工作,并取得了成功。但是从整个城市供水系统的角度来看,面对突发性水源水质污染问题时,仅考虑水处理工艺的“关口前移”是不够的,对“关口前移”思想还应进一步予以拓展,要从城市供水的全过程来实施“关口前移”。

城市供水系统针对突发性水源水质污染,“关口前移”就是要遵循以下顺序原则考虑应对措施。第一,为了确保城市供水安全,要拓展至水源流域的范围,从源头开展防范。至少在水源保护区的范围内,应该严格按照有关的法律、法规加强保护,防止突发性水质污染事件的发生。应尽可能实现多水源供水或建设城市备用水源地,避免单一水源的供水安全性弊端。第二,一旦在水源流域某个地点发生水质污染,应优先采取原位控制或在水体流动过程中控制的措施,尽量阻止或减少污染物向下游取水点的

迁移与扩散,使其影响消除于到达取水点之前。第三,如果不能阻止超标的污染物到达取水点,要优先考虑切换安全水源或者以其他水源部分替代的可能性,尽量减少受污染水源水的取用,这涉及多水源联合调度的问题。第四,才是一旦受到污染的水进入水厂,还要以“关口前移”的观念将污染物的消除尽量实施在前端的处理环节中。

## 2 制定个性化的供水应急技术预案

供水应急技术预案是指导供水企业在突发水质污染情况下采取紧急措施、确保供水水质安全的重要技术文件。应急技术预案的制定务必重视针对性和实效性。不同供水企业的应急技术预案有共性内容,但更应是个性化的预案,不可能千篇一律。

应急技术预案主要的共性在于应急处理水污染事件的基本原则与方法,如上面提到的“关口前移”的原则。个性化在于每座水厂的水源不同、潜在污染源不同、水厂现有的处理工艺与技术配备等等都是不同的,因此有针对性的应急预案必然是不相同的。那种简单模仿复制的应急预案是不实用的,而缺乏技术细节与各种应急场景模拟的预案也是不实用的。

制定有效的应急预案,首先要做好对水源潜在污染源的调查,分门别类进行风险分析,针对特定的目标污染物作出应急技术方案。不同水厂、不同水源,目标污染物不可能完全相同;针对同一污染物在不同水厂采取的应急措施也不会完全相同,这取决于各自的特定情况。如针对氯苯的突发污染,有的水厂可以采用粉末活性炭应急预处理,有的水厂也可能采用曝气吹脱的方法应急处理。在同一水厂内,同一目标污染物超标倍数不同时采取的技术措施也可能是不同的。这些都应体现在预案的细节中。应急技术预案不能局限于考虑水厂内的水处理措施,应该包括前述“关口前移”的各个环节,尽量拒突发污染于水厂之外。

## 3 建立有效的水源水质预警系统

为了防范突发性水源水质污染,许多研究人员、供水企业都在开发水源水质预警系统。需要强调的是预警系统的实效性,能否在一旦发生某种水质污染时真正发挥预警作用。

水源水质预警的基本任务是污染物监测。首

先,对哪些污染物进行监测,这是与前述中对潜在污染物的筛查密切联系的。对那些潜在污染风险大、严重威胁供水安全的污染物应当实施有效监测。监测项目中应涵盖主要的目标污染物,不能设想一个不对硝基苯进行监测的硝基苯污染预警系统能够有效工作。其次是如何监测,这是目前存在的一大技术难点。大量的有毒有害物质还难以实现在线监测,而且仅是存在环境污染风险的人工合成有机物就以十万种计,全部实施单项物质的监测几乎是不可能的。因此要根据具体情况考虑实施单项物质在线或离线监测、综合参数的在线或离线监测等可行方法。再次是监测点(或监测断面)的数量与位置的设定,对此应该引起高度关注。监测点的合理布局与优化不仅仅是涉及工程投资的经济问题,更是关系监测有效性的技术问题。尤其在多水源、多风险污染源、水源水体的水文学条件复杂等情况下就显得更为重要。

预警系统的另一个重要任务是对监测数据的处理与利用。建立数学模型、进行数值模拟与预测是有必要的,但是最重要的是向生产指挥中心实时提供准确的污染物监测数据,为启动应急预案和应急指挥决策提供支持。

此外,一个水质预警系统的有效性在于其功能配置,而不在于大屏幕、操作平台等设施的豪华程度与显示界面的华丽美观,当然并不是说这些是完全没有意义的。

在水源水质预警系统的研究与建立中,应该对以上所列举的问题给予充分的关注,避免在监测项目选择、监测点的布局等方面出现盲目性。

## 4 水厂内应急处理的“关口前移”与全工艺过程的联合作用

水厂对受到突发性水质污染的原水进行应急处理,是保证城市供水安全的最后一道关口。在水处理工艺内部可分为不同的处理单元环节,这里强调的“关口前移”就是尽量通过应急预处理等前端措施消除污染物,对此已经在业内形成共识。目前针对各种潜在污染物,许多研究单位与供水企业已经或正在开展大量的应急预处理技术研究。但是在强调“关口前移”的同时,不可忽视其他工艺单元在应急处理中的作用,要通过水处理工艺全过程的多级屏

障作用,保证供水水质安全。应急处理是在水厂正常处理能力基础之上,对处理能力的一种临时强化手段。

一般情况下,应急预处理在应对突发性水质污染中发挥主要作用,但不是全部作用。只有全部处理单元共同作用,分担不同比例的污染物去除任务或者解决相应的连带问题,才能取得最高效、最经济的结果。在“哈尔滨气化厂(达连河)供水系统应对硝基苯污染的措施与效果”一文介绍的应对硝基苯污染实例中,已用数据分析证明了这一点。应急预处理本身可能给后续处理单元带来问题。吸附剂过量投加会引起排泥困难、滤池堵塞及出水浊度升高;氧化剂过量投加可能造成氧化副产物、色度问题;消毒剂投量过大会引起消毒副产物增多、出水带有气味;混凝剂投量加大可能造成出水色度增高、管道腐蚀、排泥量加大等问题。如应急处理中常用的粉末活性炭大量投加会给混凝沉淀、过滤等造成困难,控制不好不仅会严重堵塞滤池,还会导致粉末活性炭泄漏进入管网水中,这本身就是污染物的泄漏。应急实践中粉末活性炭最大投量达到  $50\text{ mg/L}$ ,而试验证明可以投加到  $100\text{ mg/L}$ ,但是同时必须加强后续单元的运行调控。对于有些污染物,如一些颗粒物、难溶物质或者在预处理过程中发生理化特性改变的污染物,不仅应急预处理要发挥主要消除作用,后续的混凝沉淀、过滤等常规工艺单元也应发挥重要作用。实践与研究证明,对于某些污染物,如果单纯按预处理效能考虑,只能在较小的超标倍数内保证处理达标,但是若考虑了各单元联合作用效果,会使可控超标倍数有显著增长,亦即对突发污染的应对能力得到提高。因此在研究与制定水厂应急处理预案时,切不可单纯考虑预处理对潜在污染物的控制效能,而忽视其他单元的联合作用。

在研究水厂内的应急处理技术时,要重视应急强化措施引起的二次污染问题,如大量投加粉末活性炭产生的大量排泥水和反冲洗废水的处理与处置问题。

## 5 关于突发性水质污染风险点的问题

对于城市供水系统突发性水质污染事件的研

究,目前较多地集中于水源水质的突发性污染方面,前面讨论的几点也是主要围绕水源水质的突发性污染问题展开的。事实上,对城市供水水质安全造成威胁的突发性水质污染虽然较多地发生于水源水中,但是从潜在风险的角度分析决不仅局限于水源水。在从水源到用户的给水全过程中,每个环节都有发生水质污染的可能。除了水源以外,主要的风险点还包括:水厂处理过程中、城市供水管网、建筑给水系统、用户等。

水厂处理过程:一些水处理化学药剂就是潜在污染源,其自身或其在水中的副产物有毒有害。由于设备故障、操作失误等可能导致药剂过量投加,对水质安全构成威胁。如氯气等消毒剂的副产物问题早已引起广泛的关注与研究,这些研究主要是针对在正常生产投量范围内的安全性问题,但是一旦发生过量投加事故,对水质安全的危害就更加严重。城市供水管网:作为有压管网,在正常情况下不易受到污染,但是在停电、检修、事故、施工等情况时,可能会由于局部管网停水,有失压、负压的现象出现,极易使管网遭受污染,而且这种污染往往处于正常供水水质监管范围之外,不易被发现,后果严重。建筑给水系统:在建筑给水系统内部、特别是供水水箱发生水质污染的情况较多,近年各地对二次污染问题已有较多报道。用户:用户自行对管线错误改装,造成水质污染;在停水等情况下,水龙头等用水器具负压抽吸致污染,等等。除了上述各种意外会造成突发水质污染外,还有地震、台风等各种自然灾害造成水质污染的风险,有投毒、破坏等人为因素造成水质污染的风险。对于所有这些污染风险,都需要引起高度注意,加强研究。当然,水源水质突发污染问题是目前各种水质突发污染中风险最大、最迫切需要研究解决的。

综上所述,城市供水系统面对的突发性水质安全风险因素较多,需要从技术层面上全面地加以研究,建立系统化的应急技术储备与应急技术预案。在技术研究中,要全面考虑,突出重点;在应急技术预案的制定上,要突出个性,注重实效。在这些方面,还有很多工作需要我们去探究。